

GAMBARAN PAPARAN BENZENE DALAM RUMAH TERHADAP PROFIL DARAH KAWASAN INDUSTRI DAN PEMUKIMAN

Preview of Benzene Indoors and Blood Profile in The Industrial Zone and Community

Sukar¹

¹Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan
Email: sukar@litbang.depkes.go.id

Diterima: 10 Juni 2014; Direvisi: 21 Juli 2014; Disetujui: 8 September 2014

ABSTRACT

Benzene is a substances that is classified as A₂ is a chemical carcinogen to humans (suspected human carcinogen), and is a hazardous chemical substances contained in products of oil and gas, both raw and finished products. The existence of benzene in petroleum products and natural gas can also in the process of exploration, as well as arising from processing and production. With those background, this research was conducted to associate between benzene and blood profiles. The study was conducted in 2012 in the city of Dumai, Riau Province. The study design was using Special Research on Environmental Pollution 2012, Type-1 Health Study suggested the U.S. Agency for Toxic Substances and Drug Registry (ATSDR), while the statistical analysis was performed using independent sample t-test. Population of the study was population in Dumai city, and the sample population was selected by random sampling and live in East Dumai (exposed) and South Dumai (non-exposed). The result showed that the of physics levels of air at exposed and non exposed (humidity, air flow and temperature) home on average has exceeded the quality standard ISO 19-0232-2005. Moderate levels of benzene in both the exposure and non-exposure location has not exceeded the quality standard ISO 19-0232-2005. The results of the analysis of blood profiles (hemoglobin, leukocytes, hematocrit, and erythrocyte, platelet) showed that the proportion of non-exposed and exposed location not significantly different by using t-test independent. These results suggested that there is a need for monitoring and evaluation of the petroleum industry sites to determine the impact on health.

Keywords: *Benzene, Phenol Urine, Oil Refinery*

ABSTRAK

Benzene merupakan bahan kimia yang diklasifikasikan A₂ yaitu zat kimia yang karsinogen untuk manusia (suspected human carcinogen), dan merupakan zat kimia berbahaya terkandung dalam produk minyak dan gas, baik produk mentah maupun produk jadi. Keberadaan benzene dalam produk minyak dan gas dapat secara alami dan juga pada proses eksplorasi, maupun yang timbul karena adanya proses pengolahan dan produksi. Dengan latar belakang tersebut dilakukan penelitian kaitan antara benzene dalam rumah dan profil darah. Penelitian dilakukan pada tahun 2012 di Kota Dumai, Provinsi Riau. Desain penelitian menggunakan Riset Khusus Pencemaran Lingkungan 2012, Type-1 Health Study yang disarankan US Agency for Toxic Substances and Drugs Registry (ATSDR). Analisis statistik dengan uji independent t-test. Populasi studi adalah penduduk Kota Dumai, dengan sampel penduduk terpilih dengan cara random sampling dan tinggal di Kecamatan Dumai Timur (ekspose) dan Dumai Selatan (non ekspose). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar fisika udara dalam rumah lokasi ekspose dan non ekspose (kelembaban, laju udara dan suhu) rata-rata telah melampaui baku mutu SNI No.19-0232-2005. Sedangkan kadar benzene dalam rumah baik lokasi ekspose dan non ekspose belum melampaui baku mutu SNI No.19-0232-2005. Hasil analisis profil darah (hemoglobin, leukosit, hematokrit, eritrosit dan trombosit) menunjukkan bahwa proporsi lokasi expose dan non expose tidak berbeda bermakna dengan menggunakan uji t-test independent. Dari hasil tersebut disarankan bahwa perlu adanya monitoring dan evaluasi lokasi-lokasi industri perminyakan untuk mengetahui dampak terhadap kesehatan.

Kata kunci: Kilang Minyak, Lingkungan dalam rumah, Benzene, Profil darah

PENDAHULUAN

Perlindungan terhadap kapasitas dan fungsi atmosfer merupakan isu lingkungan yang amat penting bagi Indonesia dan Negara-negara lainnya. Atmosfer mempunyai banyak fungsi yang sangat vital sebagai sistem pendukung kehidupan di Bumi. Walaupun ada ketidakpastian yang berkaitan dengan seberapa jauh dampak negatif dari perubahan komposisi atmosfer yang disebabkan oleh akumulasi pencemar udara. Banyak negara termasuk Indonesia telah mengadopsi dan meratifikasi perjanjian internasional, seperti Konvensi Wina 1985 mengenai perlindungan Ozon, Protokol Montreal 1987 tentang bahan-bahan penghancur lapisan ozon, dan konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai perubahan iklim tahun 1992 (KMNLH, 1997).

Penyumbang utama dari perubahan iklim adalah industri-industri besar, salah satunya adalah industri perminyakan, yang merupakan pemasok energi utama Indonesia. Karena itu pengembangan energi harus sejalan dengan strategi pemeliharaan lingkungan. Pencemaran udara baik ambient maupun *indoors air* yang berasal dari industri perminyakan adalah total petroleum hidrokarbon, benzene dan suhu (Toruan, 1990; Soemarwoto, 1991 dan Sitorus, 2004)

Benzena adalah senyawa hidrokarbon aromatik, keberadaan di udara dihasilkan oleh kegiatan yang berhubungan dengan proses pekerjaan bahan kimia atau industri BBM, termasuk fasilitas bongkar muat dan pembakaran bensin (misalnya mobil, mesin pemotong rumput, dll), sehingga, pekerja pada industri yang membuat atau menggunakan benzene (petrokimia, penyulingan minyak bumi, tambang batu bara, pabrik ban, penyimpanan dan distribusi benzene) dapat terpapar dengan nilai yang lebih tinggi. Jalur paparan benzene dapat melalui kulit, saluran pencernaan, dan saluran pernapasan. Inhalasi dan kulit menjadi jalur paparan utama di lingkungan dan tempat kerja (Putri, 2011).

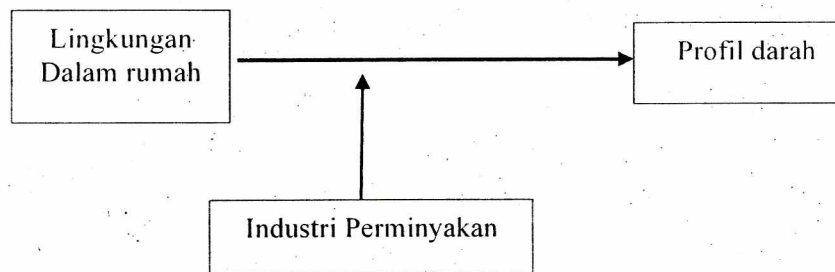
Melalui pembuluh darah, benzene kemudian disimpan dalam sumsum tulang dan dalam jaringan lemak. Jika individu terpapar benzene di udara dalam konsentrasi tinggi setengah kadar benzene yang terabsorpsi, masuk kedalam paru-paru kemudian masuk ke aliran darah. Benzene dikonversi menjadi metabolit dalam hati dan sumsum tulang. Efek bahaya paparan benzene kemungkinan besar disebabkan oleh metabolit ini. Sebagian besar metabolit benzene keluar dari tubuh manusia dalam bentuk urin, 48 jam setelah terpapar.

Toksikokinetika benzene sebagai bahan kimia pelarut lemak didistribusikan ke dalam bagian-bagian yang berbeda, terutama tergantung pada kandungan lemak dari organ-organ tersebut. Toksikokinetika benzene melalui suatu rangkaian proses yang dimulai dari absorpsi ke dalam tubuh, interaksi biokimia dan *metabolic pathway*, distribusi dan eliminasi dari tubuh (Eni Mahawati, 2006). Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk menginformasikan kaitan benzene *indoors air* dengan perubahan fungsi darah.

BAHAN DAN CARA

Pencemaran udara yang diakibatkan oleh industri perminyakan adalah udara di luar rumah (*ambient /outdoors*) dan di dalam rumah (*indoor air*). *Indoors air* selain berasal dari bahan bakar rumah tangga juga berasal dari pergerakan atau masuknya *outdoors* ke dalam rumah. Udara *outdoors* yang masuk ke *Indoors air* terkait dengan industri perminyakan adalah total petroleum hydrocarbon (TPH), uap benzene dan suhu. Uap benzen bila masuk ke dalam paru-paru manusia selain bisa menyebabkan perubahan profil darah, bisa berlanjut pada leukemia selain itu juga juga menyebabkan perubahan fungsi paru (spirometri). Namun dalam artikel ini hanya dibatasi pada parameter benzene dan profil darah.

Kerangka Konsep



Gambar 1. Mekanisme perubahan profil darah

Penelitian dilaksanakan tahun 2012. Penelitian dilakukan di wilayah Kota Dumai, Riau. Wilayah/lokasi ekspose adalah kawasan peruntukan (terpapar) di Kecamatan Dumai Timur (Desa Jayamukti dan Tanjung Palas) dan bukan kawasan peruntukan (non terpapar) di Dumai Selatan (Desa Mekarsari dan Bukit Timah).

Rancangan dan desain penelitian

Rancangan Riset Khusus Pencemaran Lingkungan 2012 (Rikhus) adalah *Type-1 Health Study* yang disarankan *US Agency for Toxic Substances and Drugs Registry* (ATSDR, 1996).

Sedang Riset Khusus di Dumai, Riau mendeskripsikan tingkatan benzene *indoors* di kawasan peruntukan dan bukan kawasan peruntukan industri perminyakan.

Populasi dan Sampel

Populasi adalah seluruh penduduk yang tinggal di Kota Dumai, Riau dan tinggal di Kecamatan Dumai Timur dan Dumai Selatan. Populasi studi adalah seluruh penduduk yang tinggal di Desa Jayamukti dan Tanjung Palas, kecamatan Dumai Timur dan desa Mekarsari serta Bukit Timah. Sebagai sampel adalah penduduk secara random terpilih dan tinggal di Desa Jayamukti (RT 23, 19, 15, 12, 08, 05, dan 01) dan Desa Tanjung Palas (RT 10, 07 dan 03), sebagai lokasi terpapar. Desa Bukit Timah (RT 11, 09, 06, 04 dan 01) dan desa Mekarsari (RT: 11, 08, 06 dan 02), sebagai wilayah non terpapar.

Estimasi Besar Sampel, Inklusi dan Eksklusi**Estimasi Besar Sample**

Besar perhitungan sampel (N) mengacu pada rumus perhitungan estimasi beda dua proporsi (Lemeshow, 1997) yaitu:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} k P_1(1-P_1) + P_2(1-P_2)}{kd^2}$$

Dengan asumsi besar proporsi yang mengalami gangguan kesehatan pada kelompok yang terpapar benzene = 0,5 dan yang mengalami gangguan kesehatan pada kelompok tidak terpapar = 0,5, besar presisi 10%, $\alpha = 5\%$, dan $k = 1$ (n kelompok tidak terpapar = n kelompok terpapar) maka dari hasil perhitungan diperoleh besar sampel

keseluruhan 200 penduduk (subyek) /responden tiap kelompok.

Jumlah keseluruhan $2 \times 200 = 400$ ART.

Inklusi

- Umur antara 17-55 tahun

- Lama tinggal minimum 5 tahun

Eklusi

- tidak mempunyai riwayat penyakit menahun/kronis
- sedang tidak menderita sakit

Variabel yang dikumpulkan

Ada 2 variabel yang dikumpulkan yaitu dependen dan independen variabel. Dependen variabel adalah profil darah (diklasifikasi: hemoglobin, leukosit, hematokrit, eritrosit dan trombosit), serta independen variabel kadar benzene dalam rumah.

Instrumen dan Cara Pengumpulan Data

Tabel 1. Parameter, instrumen dan cara analisis

Parameter	Instrumen	Analisis
Lingkungan: Benzena	passive sampler	Analisis di K3, Depnakertrans
Biomedis: Darah:	Jarum steril	Pemeriksaan di Kimia Farma Batam
Kesehatan Masyarakat Kesehatan	Kuesioner	Wawancara

Sumber: (Cooper, 1994)

Kualitas Lingkungan

Pengukuran *indoors air* khususnya benzene dengan menggunakan passive sampler selama 24 jam pada rumah lokasi tercemar dan non tercemar. Selanjutnya dianalisis dengan metode *rapid detection of Benzene and Total Aromatic Compounds (TACs)*, di Laboratorium Kimia Lingkungan, Pusat Penelitian Hyperkes, Departemen Tenaga Kerja.

Manajemen data

Setelah data dikumpulkan dan dianalisis selanjutnya diverifikasi, diedit dan dicleaning selanjutnya siap dianalisis secara statistik dengan *independence t-test*.

Biomedis

Darah vena diambil sebanyak 5 ml dari masing-masing responden dengan menggunakan vacutainer EDTA, selanjutnya darah dianalisis dengan metode *complete blood count (CBC)* di laboratorium Kimia Farma, Cabang Batam.

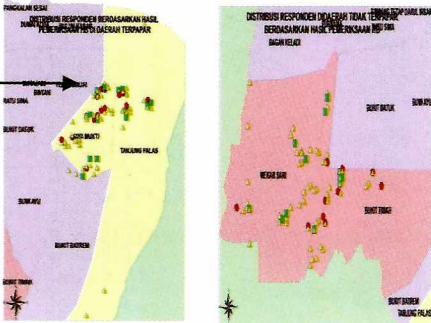
HASIL

Peta Lingkungan



KP BKP

DISTRIBUSI RESPONDEN BERDASARKAN HASIL PEMERIKSAAN PROFIL DARAH



Gambar 2. Peta Kota Dumai, Riau dan distribusi kawasan

Kota Dumai terletak di Provinsi Riau, Pulau Sumatera seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Peta Dumai, Riau dan Distribusi Kawasan, dan Ibu kota Provinsi Pekanbaru. Dari Ibu Kota Pekanbaru, Kota Dumai ditempuh selama sekitar 6 jam lewat darat. Lokasi penelitian merupakan kawasan peruntukan (KP) bukan kawasan peruntukan (BKP). Jarak antara lokasi kawasan peruntukan (Dumai Timur) dan bukan kawasan peruntukan (Dumai Selatan) sekitar 17 Km. Karakteristik lingkungan kawasan peruntukan merupakan perumahan umum yang berdekatan dengan industri perminyakan. Batas kawasan peruntukan dengan komplek indsutri hanya

tembok pagar sebagai pemisah. Sedang bukan kawasan peruntukan merupakan pemukiman umum yang berdekatan dengan pertanian

Response rate

Parameter lingkungan yang diukur dalam penelitian ini adalah kualitas udara indoor termasuk kandungan benzena dalam rumah, Respon rate pemeriksaan lingkungan, rumah tangga dan biomedis disajikan dalam tabel 2. Response Rate menurut kawasan peruntukan dan Klasifikasi Daerah Sampel, Rikhus PL Tahun 2012.

Tabel 2. *Response Rate* lingkungan, rumah tangga, dan biomedis, menurut klasifikasi daerah sampel Rikhus Pencemaran Lingkungan di Kota Dumai, 2012

Jenis Kawasan	Target	Realisasi	
		n	%
LINGKUNGAN			
Indoor air			
- Kawasan peruntukan	20	20	100
- Kawasan bukan peruntukan	20	20	100
- Total	40	40	100
RUMAH TANGGA			
- Kawasan peruntukan	200	184	92
- Kawasan bukan peruntukan	200	182	91
- Total	400	366	91,5
BIOMEDIS			
Darah			
- Kawasan peruntukan	152	92	60,5
- Kawasan bukan peruntukan	140	124	88,6
- Total	292	216	74

Response rate untuk *indoor air* baik kawasan peruntukan maupun kawasan bukan peruntukan masing-masing 100%. Sedangkan response rate rumah tangga untuk kawasan peruntukan 92% dan bukan kawasan peruntukan 91%. Response rate biomedis yaitu pemeriksaan darah untuk kawasan peruntukan 60,5% dan bukan kawasan peruntukan 88,6%.

Indoors air

Hasil pengukuran fisik udara dalam rumah (*indoors*) disajikan pada Tabel 3. Hasil Analisis Benzene udara di dalam rumah (*indoor*), Rikhus Pencemaran Lingkungan di Kota Dumai, 2012.

Menurut Permenkes No. 1077/2011, baku mutu untuk parameter kelembaban

udara antara 40-60%rH. Hasil pengukuran lokasi kawasan peruntukan minimum 89 %rH dan maksimum 91 %rH . Untuk bukan kawasan peruntukan minimum 88%rH dan maksimum 90 %rH . Untuk parameter laju udara dalam rumah aliran udara baku mutu antara 0,15-0,25 m/det. Hasil pengukuran kawasan peruntukan minimum 0,6 m/det dan maksimum 5 m/det. Bukan kawasan peruntukan minimum 0,6 m/det dan maksimum 7 m/det. Parameter suhu atau temperatur udara dalam rumah menurut baku mutu antara 18-30°C. Hasil pengukuran lokasi kawasan peruntukan minimum 26 °C dan maksimum 28 °C bukan Sedang bukan kawasan peruntukan baik minimum maupun maksimum sama dengan kawasan peruntukkan.

Tabel 3. Hasil analisis benzene udara di dalam rumah (indoor). Rikhus Pencemaran Lingkungan di Kota Dumai, 2012

Parameter	Kawasan Peruntukan		Bukan Kawasan Peruntukan		Baku Mutu Permenkes No. 1077/2011
	Min	Maks	Min	Maks	
FISIKA:					
Kelembaban (% rH)	89	91	88	90	40-60
Laju udara (m/det)	0.6	5	0.6	7	0.15-0.25
Suhu (°C)	26	28	26	28	18-30
					SNI 10 ppm pajanan lingkungan udara (Sepp. 2014; SNI,2005)
Benzene (ppm)	0,039	0,087	0,042	0,103	0,5 ppm (Permenakertrans No. 13/2011) (SE/01/MENAKER/1997.)
					ATSDR MRL 0,009 ppm (pajanan akut < 14 hr) (ATSDR MRL, 2005)

SNI Standar Nasional Indonesia (Lingkungan pemukiman)

Permenakertrans: Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi (lingkungan industri)

ATSDR MRL: Agency for Toxic Substances and Disease Registry Minimum Risk Level(untuk B3)

Parameter kimia yaitu benzena yang merupakan hasil samping kilang minyak menunjukkan bahwa hasil pengukuran pada *indoors air* kawasan peruntukan minimum 0,039 ppm dan maksimum 0,087 ppm, sedangkan bukan kawasan peruntukan minimum 0,042 ppm dan maksimum 0,103 ppm. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa kadar minimum kawasan peruntukan berimbang sedang kadar maksimum kawasan peruntukan lebih kecil daripada bukan kawasan peruntukan.

Biomedis darah

Variabel dependen yaitu profil darah dalam penelitian ini diklasifikasi menjadi 5 parameter yaitu hemoglobin, leukosit, hematokrit, eritrosit dan trombosit. Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil Analisis Statistik antara KP dan BKP Parameter Profil Darah, Rikhus Pencemaran Lingkungan di Kota Dumai, 2012.

Tabel 4. Hasil analisis statistik antara KP dan BKP parameter profil darah, Rikhus Pencemaran Lingkungan di Kota Dumai, 2012

Parameter	Satuan	Kawasan Peruntukan			Bukan Kawasan Peruntukan			P	95%CI	
		N	Min	Max	N	Min	Max			
Hemoglobin	gr/dl	124	9	16	92	8,3	16	0,95	-	-
Leukosit	10 ³ /μl	124	5	15	92	5	19	0,48	-	-
Hematokrit	%	124	33	55	92	32	57	0,49	-	-
Eritrosit	10 ⁶ /μl	124	4,3	6,9	92	3,9	6,8	0,13	0,03	0,23
Thrombosit	10 ³ /μl	124	193	500	92	186	617	0,05	-	-

Dari 124 responden yang diperiksa dan diwawancarai di kawasan peruntukan didapat kadar hemoglobin minimum 9 gr/dl maksimum 16 gr/dl, sedang bukan kawasan peruntukan minimum 8,3 gr/dl dan maksimum 16 gr/dl. Untuk leukosit kawasan peruntukan minimum 5. 10³/μl dan maksimum 15, 10³/μl, bukan kawasan

peruntukan minimum 5. 10³/μl dan maksimum 19. 10³/μl. Untuk parameter hematokrit hasil pengukuran di kawasan peruntukan minimum 33% dan maksimum 55%, bukan kawasan peruntukan minimum 32% dan maksimum 57%. Eritrosit di kawasan peruntukan minimum 4,3. 10⁶/μl dan maksimum 6,9. 10⁶/μl, lokasi bukan

kawasan peruntukan minimum $3,9 \cdot 10^6/\mu\text{l}$ dan maksimum $6,8 \cdot 10^6/\mu\text{l}$. Untuk jenis darah trombosit hasil pengukuran lokasi kawasan peruntukan minimum $193 \cdot 10^3/\mu\text{l}$ dan maksimum $500 \cdot 10^3/\mu\text{l}$. Lokasi bukan kawasan peruntukan minimum $186 \cdot 10^3/\mu\text{l}$ dan maksimum $617 \cdot 10^3/\mu\text{l}$.

PEMBAHASAN

Benzene adalah zat kimia industri penting yang diketahui menyebabkan hematotoxicity dan leukemia pada manusia (NIOSH, 2005; Satmoko, 2004). Produksi Dunia benzena sekitar $13,6 \times 10^6$ metrik ton pada tahun 1992. Karena benzena merupakan konstituen asap tembakau dan bensin, maka merupakan kontaminan utama lingkungan. Di Amerika Serikat kandungan benzene dalam bensin diatur pada 1% berat (WHO, 1996). Paparan lingkungan untuk benzena di Amerika Serikat berkisar antara 2-6 ppb ($0,002-0,006$ ppm) sementara paparan/eksposur pada pekerjaan antara 0,1-5 ppm selama hari kerja (ACGIH, 1997).

Dibandingkan dengan baku mutu menurut Standar Nasional Indonesia SNI: No. 19-0232-2005, pajanan benzene di udara lingkungan yaitu 10 ppm, baik kawasan peruntukan maupun bukan kawasan peruntukan masih di bawah yang dipersyaratkan SNI untuk lingkungan perumahan di dalam rumah.

Bila dibandingkan dengan baku mutu Permenakertrans No. 13/2011 yaitu 0,5 ppm yang peruntukannya untuk lingkungan tenaga kerja juga masih di bawah. Namun apabila dibandingkan menurut *Agency for Toxic Substances and Disease Registry Minimum Risk Level* (ATSDR MR) adalah 0 ppm, yang peruntukannya adalah untuk bahan berbahaya dan beracun maka sudah melebihi pajanan akut < 14 hari yaitu 0,009 ppm. baik minimum dan maksimum, kawasan peruntukan dan bukan kawasan peruntukan

Membandingkan hasil penelitian ini dengan paparan lingkungan untuk bahan berbahaya dan beracun (ATSDR MRL, 2005) tersebut di atas menunjukkan bahwa di Kota Dumai umumnya dan kawasan peruntukan maupun bukan kawasan peruntukan sudah jauh melebihi paparan tersebut. Lokasi bukan kawasan peruntukan

(BKP) rata-rata kadar benzene adalah 0,045 ppm (45 ppb), jadi sudah $45/2 = 22,5$ kalinya paparan lingkungan yang terjadi di Amerika Serikat. Untuk kadar maksimum 0,818 ppm (818 ppb), berarti sudah $818/6 = 136,3$ kalinya paparan lingkungan di negara tersebut. Berarti kondisi di Kota Dumai berdasarkan data tersebut sudah mengawatirkan.

Setelah pemaparan, sekitar 17% dari benzena dihembuskan kembali (Zhang, 2005), sisanya 83% dari dosis benzena diserap, dimetabolisme dan diekskresikan oleh urine dalam bentuk senyawa fenolik (fenol, hydroquinone, katekol dan trihydroxybenzene), t,t - muconic acid (MA) dan asam S - phenylmercapturic (SPMA), serta *benzene unmetabolized* (Sherwood, 2001).

Semua metabolit yang dikeluarkan urine diteliti sebagai biomarker jangka pendek paparan benzena (National Toxicology Program, 2006 dan Science Lab, 2000). Meskipun metabolit fenolik secara signifikan berkorelasi dengan paparan benzena di atas 5-10 ppm, namun juga dapat digunakan sebagai biomarker pada tingkat paparan rendah.

Menurut Moller (2000), terkait dengan paparan benzena bahwa ekskresi *unmetabolized benzene* (UB) yang telah diusulkan untuk biomonitoring kemih. Ada korelasi signifikan antara UB dengan benzene udara zona pernapasan pada pekerja terpajan benzena tingkat rendah 0,1 ppm (Lodge, 2001). UB juga ditemukan sangat berkorelasi dengan paparan benzena di enam biomarker kemih di kalangan pekerja kilang minyak bumi yang terpapar 0,01-3,5 ppm benzena (NIOSH, 2005). Meskipun UB digunakan sebagai biomarker dari paparan benzena, namun relatif sedikit aplikasinya dibandingkan dengan fenol urine, mungkin karena kesulitan masalah metodologis.

Batas Pemajanan Benzene di Lingkungan

Konsentrasi suatu bahan berbahaya harus ditetapkan nilai ambang batasnya yaitu untuk menentukan apakah konsentrasi tersebut telah berbahaya bagi manusia maupun lingkungan. ACGIH, 1997 menyatakan bahwa batas maksimum

konsentrasi benzene di udara adalah 5 ppb. Studi yang dilakukan oleh EPA dan *Internal Agency for Research on Cancer* (IARC), mengindikasikan bahwa tingkat paparan aman dari agen yang karsinogenik karena tidak cukup data epidemiologi pada manusia, sehingga digunakan data dari binatang percobaan.

Di Indonesia nilai ambang batas benzene di udara untuk lingkungan perumahan dan pemukiman mengikuti SNI

no 19-0232-2005 (2005) di mana batas maksimalnya adalah 10 ppm. Sedangkan untuk mengikuti peraturan lingkungan kerja atau pekerja industri diatur oleh Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No 01 tahun 1997, di mana batas maksimalnya 0.05 ppm. Benzene mempunyai tingkat risiko terhadap kesehatan masuk kedalam katagori kelompok 1, sesuai penggolongan yang dikeluarkan oleh ATSDR (2005).

Tabel 4. Batas paparan benzene di lingkungan udara

Sumber	Batas Paparan
ACGIH, 1997	TLV = 0,5 ppm, STEL = 2,5 ppm
ATSDR MRL, 2005	Paparan akut (<14 hari) = 0,009 ppm (B3) MRL paparan sedang (15-364hari) = 0.006 ppm MRL paparan kronik (>365 hari) = 0,003 ppm
NIOSH, 2005	REL (8 jam TWA) = 0,1 ppm STEL = 1,0 ppm, IDLH = 500 ppm
OSHA, 2005	PEL (8 jam TWA) = 1 ppm STEL = 5 ppm, AL = 0,5 ppm
SNI, 2005	10 ppm : A2

Keterangan :

ACGIH = *American Conference on Governmental Industrial Hygienist*

ATSDR = *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*

NIOSH = *National Institute for Occupational Safety and Health*

OSHA = *Occupational Safety and Health Administration*

SNI = Standar Nasional Indonesia

AL = *Action Level*

IDLH = *Immediately Dangerous to Life or Health*

MRL = *Minimal Risk Level*

PEL = *Permissible Exposure Limit*

REL = *Recommended Exposure Limit*

STEL = *Shortterm Exposure Limit*

TLV-TWA = *Threshold Limit Value – Time Weighted Average*

Dari 5 jenis parameter profil darah hanya trombosit ada perbedaan walaupun tidak bermakna. Berbeda dengan trombosit, eritrosit justru menunjukkan kemaknaan walaupun tingkat perbedaan tidak bisa diperhitungkan. Secara keseluruhan bahwa profil darah belum bisa dikatakan ada perbedaan. Dengan uji-t-test independence nilai $P(95\%CI)$ yaitu 0,13(-0,03-0,23). Trombosit kawasan peruntukan minimum 193 dan maksimum 500, lokasi bukan kawasan peruntukan minimum 186 dan maksimum 617. Dari kedua kawasan tersebut tidak menunjukkan adanya kasus yang mencurigakan dari tingkatan hasil pemeriksaan baik minimum dan maksimum. Berarti kedua kawasan masih belum perlu

dilakukan perlakuan khusus. Hanya jenis eritrosit yang bisa dihitung kemaknaannya, namun hasil tidak berbeda bermakna.

Darah dan Bagian-bagiannya

Gambaran darah dan bagian-bagiannya di sini hanya merupakan referensi untuk mengetahui kerja profil darah, namun belum bisa mengkaitkannya dengan penelitian ini. Darah adalah kendaraan atau medium untuk transportasi masal jarak jauh berbagai bahan antara sel dan lingkungan eksternal atau antara sel-sel itu sendiri. Transportasi semacam ini penting untuk memelihara homeostasis. Darah terdiri

dari cairan kompleks, yaitu plasma tempat unsur-unsur sel – eritrosit, leukosit dan trombosit-terbenam di dalamnya.

Eritrosit (sel darah merah) pada dasarnya adalah suatu kantung hemoglobin yang terbungkus membran plasma yang mengangkut O_2 dan CO_2 (dalam tingkat yang lebih rendah) di dalam darah.

Leukosit (sel darah putih) atau SDP, unit-unit pertahanan sistem imun yang mobil, diangkut dalam darah ke tempat-tempat cedera atau invasi mikroorganisme penyebab penyakit.

Trombosit (*blood keeping*) penting dalam hemostasis, penghentian perdarahan dari suatu pembuluh yang cedera. Darah membentuk sekitar 8% dari berat tubuh total dan memiliki volume sekitar 5 liter pada wanita dan 5,5 liter pada pria. Darah terdiri dari tiga jenis unsur sel khusus, eritrosit, leukosit dan trombosit, yang terendam dalam cairan kompleks plasma. Pergerakan konstan darah sewaktu mengalir melalui pembuluh darah menyebabkan unsur-unsur sel tersebar relatif merata di dalam plasma. Namun apabila suatu sample darah utuh ditaruh dalam sebuah tabung reaksi dan diberi zat untuk mencegah pembekuan, unsur-unsur sel yang lebih berat akan secara perlahan mengendap di dasar dan plasma yang lebih ringan naik ke bagian atas. Proses ini dipercepat oleh perputaran (sentrifugasi), yang dengan cepat menyebabkan sel-sel mengendap di tabung. Karena lebih dari 99% sel adalah eritrosit, hematokrit atau *packed cell volume*, pada dasarnya mewakili persentase volume darah total yang ditempati oleh eritrosit. Plasma membentuk volume sisanya. Hematokrit pada wanita rata-rata adalah 42% dan untuk pria sedikit lebih tinggi yaitu 48% sedangkan volume rata-rata yang ditempati oleh plasma pada wanita adalah 58% pada pria 55%. Sel darah putih dan trombosit yang tidak berwarna dan kurang padat dibandingkan dengan eritrosit mengendap membentuk sebuah lapisan tipis berwarna krem, "*buffy coat*" diatas kolom sel darah merah. Lapisan ini menempati kurang dari 1% volume darah total (Zenz, 1998; Derenlanko, 1998 dan Basse, 1992).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa proporsi sifat udara dalam ruang telah melebihi baku mutu SNI No.19-0232-2005, namun untuk kadar Benzene masih jauh dari baku mutu SNI No.19-0232-2005. Profil darah menunjukkan baik hemoglobin, leukosit, hematokrit, eritrosit dan , trombosit baik di kawasan peruntukan maupun bukan kawasan peruntukan proporsi tingkatannya hampir sama. Hasil analisis statistik dengan uji t-test independence satu parameter menunjukkan perbedaan namun tidak ada yang bermakna.

Perlu perhatian bahwa kadar benzene dalam rumah bila dibandingkan dengan persyaratan yang diberikan oleh ATSDR MRL yaitu 0,009 ppm untuk bahan berbahaya dan beracun (paparan akut < 14 hr), telah melampaui ambang batas.

Saran

Dari kesimpulan dan pembahasan di atas disarankan untuk melakukan monitoring dan evaluasi di setiap kilang minyak yang ada di Indonesia, agar bisa disimpulkan dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dihaturkan kepada Kepala Badan Litbang Kesehatan yang telah memfasilitasi untuk terlaksananya penelitian ini melalui Kepala Pusat Teknologi Intervensi dan Kesehatan Masyarakat. Begitu juga ucapan terima kasih kepada rekan-rekan peneliti yang telah membantu baik moril maupun materil sehingga terlaksana dan selesainya penelitian ini. Dan terima kasih juga tak lupa diberikan kepada sekretariat pelaksanaan administrasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2005). *Toxicological Profiles for Benzene*. US Department of Health and Human Service, Public Health Service, Atlanta, Georgia, USA, September.
- American Conference Governmental Industrial Hygienists (1997). *Threshold Limit Value for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. Cincinnati, Ohio, USA.
- Basset W.H. (1992). *Clay's Handbook of Environmental Health*. Chapman and Hall Medical, New York.
- Cooper, David. (1994). *Air Pollution Control A Design Approach*. Waveland Press Inc, Florida.
- Departemen Tenaga Kerja Republik Indonesia. *Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja RI Nomor : SE/01/MENAKER/1997 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Kimia di Udara Lingkungan Kerja*. Jakarta, 1997.
- Derelanko, J Michaeil and Hollinger, A Mannfred. (1998). *CRC Handbook of Toxicology*. CRC Press New York.
- Eni Mahawati, Suhartono, Nurjazuli, (2006). *Hubungan Antara Kadar Fenol Dalam Urin Dengan Kadar Hb, Eritrosit, Trombosit Dan Leukosit (Studi Pada Tenaga Kerja Di Industri Karoseri CV laksana Semarang)*. J. Kesehatan Lingkung Indonesia Vol.5 No.1.
- Kantor Menetri Negara Lingkungan Hidup (KMNLH), *Agenda 21 Indonesia, Strategi Nasional untuk pembangunan berkelanjutan*, Maret 1997, 3-5.
- Lemeshow, S., Hosmer DW., Klar, J and Lwanga, SK. (1997). *Adequacy of sample size in healt study*. Jhon Wiley & Sons.
- Lodge, P James. (2001). *Methods of Air Sampling Quality*. Lewis Publisher Inc.
- Moller, Lenmart. (2000). *Environmental Medicine*. Joint Industrial Safety Council,
- National Institute for Occupational Health and Safety (2005). *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*. Departement of Health and Human Service, Centers for Diases, Control and Prevention. National Institute for Occupational Health and Safety, Cincinnati, USA.
- National Toxicology Program. (2006). *Toxicology and Carcinogenesis Studies in Haploinsufficient p16ink4a/p19Arf N2 Mice*. Benzene GMM 8.
- Putri. YRP . (2011). *Benzena di Udara Perkotaan*. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Depok.
- Satmoko, Wisaksono. (2004). *Risiko Pemajanan Benzene Terhadap Pekerja dan Cara Pemantauan Biologis*. Cermin Dunia Kedokteran no 142.
- Science Lab. (2000). *Benzene Material Safety Data Sheet*. Houston, USA.
- Sepp. *Benzene pollution - a health risk in Gulf BP Oil drilling disaster*. <https://www.google.com/search?q=benzene+pollution>, May 31, 2010 , 29/3/2014.
- Sherwood, Lauralee. (2001). *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Edisi kedua, EGC, Jakarta. (4)
- Sitorus, H.(2004). *Kerusakan lingkungan oleh limbah industry adalah itikad*, e-USU repository 2004. Universitas Sumatera Utara.
- SNI no. 19-0232-2005 *tentang ambang batas zat kimia lingkungan*. tahun 2005.
- Soemarwoto, O. (1991). *Ekologi lingkungan hidup dan pembangunan*. Penerbit Jambatan, Jakarta..
- Stark, JE., Heerson, JM., (1989). *Manual of Chest Medicine*. Longman Goup Limited.
- Toruan, R. (1990). *Globalisasi: Bumi Makin Panas*. In: Oetomo, J(ed). *Menuju Masyarakat Baru Indonesia, Antisipasi terhadap tantangan abat XXI*. PT. Gramedia., Jakarta.
- World Health Organization (1996). *Biological Monitoring of Chemical Exposure in the Workplace Guidelines*. Volume 2. Geneva.
- Zenze, Carl and Dickerson, Bruce. (1998). *Occupational Medicine*. Mosby, Third Edition, Chicago..
- Zhang Luoping. (2005). *Hematotoxicity in Worker Exposed to Low Levels of Benzene in China*. School of Public Health University of California.